



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00364

(22) Data de depozit: 29/01/2018

(41) Data publicării cererii:  
29/01/2021 BOPI nr. 1/2021

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. US 2018/015755 29/01/2018

(87) Publicare internațională:  
Nr. WO 2019/147285 01/08/2019

(71) Solicitant:  
• HALLIBURTON ENERGY SERVICES,  
INC., 3000 N.SAM HOUSTON PKWY E.,  
77032, HOUSTON, TEXAS, US

(72) Inventatori:  
• FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826  
CEMETERY HILL RD., CARROLLTON,  
75006, TEXAS, US;  
• GJELSTAD GEIR, 17811 VAIL ST.,  
DALLAS, TEXAS, US;  
• WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204  
SOUTHERN COURT., CARROLLTON,  
75006, TEXAS, US

(74) Mandatar:  
ROMINVENT S.A.,  
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) APARAT DE ETANȘARE CU METAL DILATABIL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat de etanșare cu metal dilatabil, care trece la o configurație extinsă cu un volum mai mare. Aparatul, conform invenției, are prezentat într-o diagramă schematică a unui sistem (10) exemplificativ cu o porțiune a unui canal (20) de fluid care este dispus într-un spațiu (24) inelar de puț de foraj care este format între o suprafață (22) de coloană de tubaj a unei coloane (25) de tubaj și o suprafață (23) de tubulatură de extracție a unei tubulaturi (25) de extracție, în consecință, fluidul putând fi conținut și putând circula la interiorul suprafeței (22) de coloană de tubaj și la suprafața (23) de tubulatură de extracție ale canalului (20) care poate fi în mod alternativ, orice conductă, coloană de foraj sau alte porțiuni ale unui puț de foraj sau ale oricărui canal prin care curge fluid, aparatul (100) de etanșare este prevăzut în spațiul (24) inelar al canalului (20) de fluid, pe punctul de a se învecina cu o suprafață a canalului (20) de fluid, iar în acest caz cu suprafața (23) de tubulatură de extracție, în cel puțin un exemplu aparatul (100) de etanșare putând fi suspendat în spațiul (24) inelar al canalului (20) de fluid, iar în alte exemple, aparatul (100) de etanșare poate fi cuplat cu un dispozitiv pentru poziționarea aparatului (100) de etanșare în canalul (20) de fluid, aparatul (100) de etanșare având o secțiune transversală care este substanțial dreptunghiulară, iar în alte exemple, aparatul (100) de etanșare poate

avea o secțiune transversală care este substanțial circulară, ovoidală, triunghiulară, patrulateră, poligonală sau orice formă adecvată, aparatul (100) de etanșare include și un metal (110) dilatabil care este un metal care hidrolizează și poate fi pus să treacă la o configurație (2000) extinsă, având un volum crescut atunci când este expus la un fluid, fluid care poate fi orice fluid apos și, în special, fluide apoase care conțin sare, cum ar fi o soluție salină cu salinitate ridicată.

Revendicări: 20

Figuri: 5

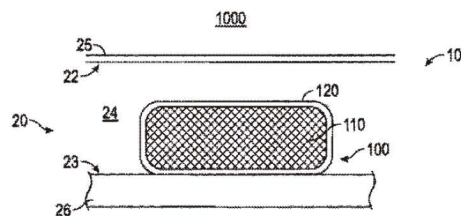


Fig. 1



## APARAT DE ETANȘARE CU METAL DILATABIL

### DOMENIU

[0001] Prezenta invenție se referă, în general, la un aparat de etanșare. În special, prezenta invenție se referă la un aparat de etanșare cu metal dilatabil, care trece la o configurație extinsă cu un volum mai mare.

### CONTEXT

[0002] Producția și transportul hidrocarburilor necesită utilizarea de diferite tubulaturi de la suprafață și sub pământ. După forarea unui puț de foraj, tubul de extracție poate fi plasat în puț și niște hidrocarburi pot fi extrase din formațiunile înconjurătoare. Odată ieșite la suprafață, aceste hidrocarburi sunt adesea transmise instalațiilor de procesare prin conducte tubulare. În timpul acestor procese, poate fi necesar ca fluxul de fluide în interiorul sau în jurul tubulaturii să fie controlat sau împiedicat. În consecință, pot fi prevăzute niște etanșări, sub formă de pachere, de exemplu, pentru a izola secțiuni ale canalului de fluid de-a lungul diferitelor tubulaturi și găuri de sondă. De exemplu, într-un puț de sondă, spațiul inelar dintre o formațiune și tubul de extracție poate necesita o etanșare pentru a izola secțiuni din puțul de foraj.

### DESCRIEREA DETALIATĂ A DESENELOR

[0003] Implementările tehnologiei actuale vor fi descrise acum, doar cu titlu exemplificativ, cu referire la figurile atașate, în care:

[0004] FIG. 1 este o diagramă schematică a unui mediu exemplificativ pentru un dispozitiv de etanșare cu un metal dilatabil conform prezentei invenții;

[0005] FIG. 2 este o diagramă schematică a mediului exemplificativ din fig. 1, cu metalul dilatabil într-o configurație extinsă;

[0006] FIG. 3 este o diagramă schematică a unui metal dilatabil exemplificativ antrenat într-un liant;

[0007] FIG. 4 este o diagramă a unei metode pentru utilizarea unui aparat de etanșare;

[0008] FIG. 5A este o diagramă schematică a unui exemplu de aparat de etanșare într-un canal de fluid; și



**[0009]** FIG. 5B este un grafic al presiunii în funcție de timp din exemplul din fig. 5A.

#### DESCRIERE DETALIATĂ

**[0010]** Pentru simplitatea și claritatea ilustrării se va aprecia faptul că, după caz, numerele de referință au fost repetate între diferitele figuri pentru a indica elemente corespondente sau analoge. În plus, sunt prezentate numeroase detalii specifice pentru a asigura o înțelegere completă a exemplelor descrise aici. Cu toate acestea, specialiștii în domeniu vor înțelege că exemplele descrise aici pot fi puse în practică fără aceste detalii specifice. În alte cazuri, metodele, procedurile și componentele nu au fost descrise în detaliu pentru a nu acoperi caracteristica relevantă aferentă care este descrisă. De asemenea, descrierea nu trebuie considerată ca limitând întinderea protecției conform variantelor de realizare descrise aici. Desenele nu sunt neapărat reprezentate la scară și proporțiile anumitor părți pot fi exagerate pentru a ilustra mai bine detaliile și caracteristicile prezentei invenții.

**[0011]** Pe parcursul acestei documentații sunt prezentate sisteme și metode pentru un dispozitiv de etanșare care are un metal dilatabil. Metalul dilatabil, expus la un fluid precum o soluție salină sau orice fluid apos, se extinde ca mărime, trecând astfel de la o primă configurație având o dimensiune inițială sau o primă dimensiune (adică volum) la o configurație extinsă. În timpul acestei extinderi, volumul metalului dilatabil crește la dimensiuni mai mari decât inițialul sau prima în prima configurație. Datorită acestei dimensiuni mai mari, metalul dilatabil acționează pentru a inhiba și a bloca lichidul să curgă dincolo de acesta. Mai mult, atunci când se extinde față de o suprafață, metalul dilatabil poate forma o etanșare. De exemplu, metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, poate forma o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât fluxul de fluid de-a lungul metalului dilatabil prezent în spațiul inelar să fie cel puțin parțial restricționat și, conform cel puțin unui exemplu, oprit.

**[0012]** Metalul dilatabil poate fi format din orice material metalic hidrolizabil, care atunci când este hidrolizat, se extinde în volum, crescând astfel ca dimensiune. În consecință, la contactul cu un fluid apos, metalul dilatabil hidrolizează și se extinde în volum.

**[0013]** Aparatul de etanșare poate include, de asemenea, un element de încapsulare care poate cuprinde cel puțin o porțiune din metalul dilatabil. Elementul

de încapsulare poate permite fluidului să treacă prin elementul de încapsulare către metalul dilatabil. De asemenea, elementul de încapsulare poate proteja metalul dilatabil de acid, deoarece acidul poate împiedica metalul dilatabil să formeze un solid după hidrolizare. Mai mult, elementul de încapsulare poate îmbunătăți etanșarea aparatului de etanșare față de suprafețele canalului de fluid.

**[0014]** FIG. 1 ilustrează o diagramă schematică a unui sistem exemplificativ 10 cu o porțiune de canal de fluid 20. Canalul de fluid 20 este ilustrat ca fiind dispus într-un spațiu inelar de puț de foraj 24 care este format între o suprafață de coloană de tubaj 22 a coloanei de tubaj 25 și o suprafață de tubulatură de extracție 23 a tubulaturii de extracție 25. În consecință, fluidul poate fi conținut și poate circula la interiorul suprafeței de coloană de tubaj 22 și la suprafața de tubulatură de extracție 23 (denumite aici „suprafețe 22, 23”) ale canalului de fluid 20. Deși este prezentat ca fiind format într-un spațiu inelar, canalul de fluid 20 poate fi, în mod alternativ, orice conductă, coloană de foraj sau alte porțiuni ale unui puț de foraj sau ale oricărui canal prin care curge fluid.

**[0015]** Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot forma o configurație de secțiune transversală care poate fi substanțial circulară, ovoidală, dreptunghiulară sau orice altă formă adecvată. Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot fi alcătuite, de exemplu, din același material precum coloana de tubaj 25 sau tubulatura de extracție 25, care în acest caz este metal, însă, alternativ, suprafețele canalului de fluid 20 pot fi rocă de formare sau plastic, sau alt metal sau aliaj metalic. Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot fi constituite din același material pe toate părțile. În alte exemple, suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot avea diferite materiale sau compoziții în diferite zone. Porțiunea canalului de fluid 102 poate avea orice orientare sau prelungire doar într-o direcție sau în direcții multiple, de exemplu vertical sau sub un unghi, de-a lungul oricărei axe, și poate fi dispusă, dar nu este obligatoriu, pe direcție orizontală, așa cum este reprezentată schematic în FIG. 1. Fluidul poate fi un singur fluid sau mai mult de un fluid. Fluidul poate include, de exemplu, apă sau petrol. De asemenea, fluidul poate umple în mod substanțial întreg canalul de fluid 20. În alte exemple, fluidul poate umple parțial canalul de fluid 20. Lichidul poate fi static sau poate curge.

**[0016]** Așa cum se arată în FIG. 1, un dispozitiv de etanșare 100 este prevăzut în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20. Aparatul de etanșare 100 este ilustrat în FIG. 1 pe punctul de a se învecina cu o suprafață a canalului de fluid 20, iar în acest

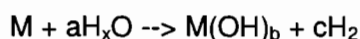
caz cu suprafața de tubulatură de extracție 23. În cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare 100 poate fi suspendat în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20. În alte exemple, aparatul de etanșare 100 poate fi cuplat cu un dispozitiv pentru poziționarea aparatului de etanșare 100 în canalul de fluid 20. Aparatul de etanșare 100, așa cum este ilustrat în FIG. 1, are o secțiune transversală care este substanțial dreptunghiulară. În alte exemple, aparatul de etanșare 100 poate avea o secțiune transversală care este substanțial circulară, ovoidală, triunghiulară, patrulateră, poligonală sau orice formă adecvată.

**[0017]** Aparatul de etanșare 100 include un metal dilatabil 110. Metalul dilatabil 110 este un metal care hidrolizează și poate fi pus să treacă la o configurație extinsă 2000 (a se vedea FIG. 2) având un volum crescut atunci când este expus la un fluid. Fluidul poate fi orice fluid apos și, în special, fluide apoase care conțin sare, cum ar fi o soluție salină. De exemplu, lichidul poate fi o soluție salină cu salinitate ridicată, de exemplu o soluție salină de NaCl sau o soluție salină de KCl în care conținutul de sare este mai mare de 15%. În alte exemple, fluidul poate fi orice fluid cu apă adecvat care hidrolizează metalul dilatabil 110. În cel puțin un exemplu, metalul dilatabil 110 nu se dilată în petrol sau în nămol pe bază de ulei. Metalul dilatabil 110 reacționează cu apa dintr-un fluid pentru a forma un hidroxid de metal și/sau un oxid de metal. Volumul metalului dilatabil 110 crește în timpul reacției deoarece produsele reacției de hidratare a metalului au un volum mai mare decât reactanții. Ca urmare, reactivul hidroxidului metalic al metalului dilatabil 110 ocupă mai mult spațiu decât metalul de bază. După trecerea la configurația extinsă 2000, volumul metalului dilatabil 110 poate crește, de exemplu, cu mai mult de 30%, atunci când este nu este împiedicat de canalul de fluid 20. Totuși, suprafețele 22 ale canalului de fluid 20 pot împiedica extinderea suplimentară a metalului dilatabil 110.

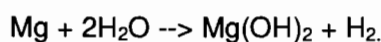
**[0018]** Metalul dilatabil 110 include cel puțin unul dintre un metal alcalino - pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție. De exemplu, metalul dilatabil 110 poate include cel puțin unul dintre magneziu, aluminiu și calciu, care pot hidroliza atunci când reacționează cu apa într-un fluid, pentru a forma un hidroxid de metal. Hidroxidul metalic poate fi substanțial insolubil în apă. Metalul dilatabil 110 poate fi, în cel puțin un exemplu, un singur metal. În alte exemple, metalul dilatabil 110 poate fi un aliaj pentru a crește reactivitatea sau pentru a controla formarea hidroxizilor/oxizilor, unde elementul de aliere poate include cel puțin unul dintre aluminiu, zinc, mangan, zirconiu, iritru, neodim, gadolinu, argint calciu, staniu, reniu

și orice alte elemente adecvate. Metalul dilatabil pe bază de aliaj 110 mai poate fi aliat cu un dopant care favorizează coroziunea. De exemplu, dopantul poate include cel puțin unul dintre nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu, bismut sau orice alt dopant adecvat care promovează coroziunea. La reacție se mai pot adăuga ioni suplimentari, de exemplu, silicat, sulfat, aluminat, fosfat sau orice alți ioni potriviți. Metalul dilatabil 110 poate fi construit într-un procedeu de soluție solidă în care elementele sunt combinate cu metal topit. În alte exemple, metalul dilatabil 110 poate fi construit pe baza unui procedeu de metalurgie a pulberilor.

**[0019]** Reacția unui metal dilatabil 110 cu un fluid este prezentată mai jos, unde M este un metal, O este oxigen, H este hidrogen și a, b și c sunt numere care pot fi identice sau diferite:



**[0020]** De exemplu, dacă metalul este magneziu, reacția de hidratare este:



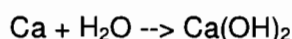
**[0021]** Mg (OH)<sub>2</sub> ocupă cu 85% mai mult volum decât magneziul inițial.

**[0022]** Conform altui exemplu, dacă metalul este aluminiu, reacția de hidratare este:



**[0023]** Al(OH)<sub>3</sub> ocupă cu 160% mai mult volum decât aluminiul inițial.

**[0024]** Conform unui alt exemplu, dacă metalul este calciu, reacția de hidratare este:



**[0025]** Ca(OH)<sub>2</sub> ocupă cu 32% mai mult volum decât calciul inițial.

**[0026]** Atunci când este folosit pentru a descrie metalul, termenul „dilatabil” este menit să exprime faptul că volumul de produse secundare reacționate hidrolitic are un volum mai mare decât metalul inițial. De exemplu, metalul dilatabil reacționează cu apa pentru a crea particule cu dimensiuni de ordinul micronilor, iar apoi particulele se prind laolaltă pentru a crea o etanșare. În unele exemple, volumul spațiului din apropierea metalului dilatabil este mai mic decât volumul de expansiune al metalului dilatabil, astfel încât metalul dilatabil, atunci când trece la configurația extinsă, poate adera la suprafața canalului de fluid pentru a asigura o etanșare. De exemplu, volumul liber în apropierea metalului dilatabil poate fi aproximativ jumătate din volumul de expansiune. De exemplu, în cazul magneziului ca metalul dilatabil, volumul liber în apropierea magneziului poate fi mai mic de 85% din volumul

magneziului inițial. Volumul liber poate fi exprimat sub forma secțiunii transversale a metalului și a secțiunii transversale a spațiului care trebuie etanșat.

**[0027]** Hidroxidul poate fi deshidratat în continuare datorită presiunii de dilatare. Dacă hidroxidul de metal rezistă la mișcarea formațiunii suplimentare de hidroxid, atunci pot fi generate presiuni ridicate. Hidroxidul de metal din zonă se poate deshidrata în condiții de presiune ridicată. Rezultatul este acela că hidroxidul de metal poate fi deshidratat în continuare într-un oxid de metal. De exemplu, reacția de deshidratare a  $Mg(OH)_2$  poate forma  $MgO + H_2O$ . În mod similar,  $Ca(OH)_2$  poate deveni  $CaO + H_2O$ , și  $Al(OH)_3$  poate fi deshidratat pentru a deveni  $AlOOH$  sau  $Al_2O_3$ .

**[0028]** În alte exemple, metalul dilatabil 110 din starea inițială 1000 poate fi un oxid de metal. De exemplu, oxidul de calciu ( $CaO$ ) cu apă va genera hidroxid de calciu într-o reacție energetică. Datorită densității mai mari a oxidului de calciu, reacția va asigura o expansiune volumetrică de 260%, unde transformarea a 1 mol de  $CaO$  duce la o extindere de la 9,5 cc la 34,4 cc în termeni de volum.

**[0029]** În cel puțin un exemplu, metalul dilatabil 110 poate fi o piesă solidă de metal. Piesa solidă din metal dilatabil 110 poate fi un inel, un tub, un cilindru, un înveliș sau orice altă formă. În alte exemple, metalul dilatabil 110 poate semăna cu un material mafic și poate fi poros. În alte exemple, metalul dilatabil poate fi sub formă de particule 112, așa cum este ilustrat în FIG. 3. Particulele 112 din metalul dilatabil 110 pot fi încorporate într-un liant 114. Liantul 114 poate fi un liant degradabil. În cazul unui liant degradabil, liantul 114 se degradează și permite materialului activ al metalului dilatabil 110 să reacționeze cu fluidul. În alte exemple, liantul 114 nu se degradează. În alte exemple, liantul 114 este un elastomer dilatabil, cum ar fi un cauciuc care se poate dilata în petrol, un cauciuc care poate fi dilatabil în apă sau un cauciuc hibrid dilatabil. Liantul 114 poate fi, de asemenea, poros. Poate fi utilizat orice alt liant adecvat 114 pentru a antrena particulele 112 de metal dilatabil 110. Particulele 112 de metal dilatabil 110 pot fi distribuite uniform în liantul 114. În alte exemple, particulele 112 de metal dilatabil 110 pot fi distribuite pentru a asigura un interval dorit pentru expansiune și solidificare în secțiunile dorite ale aparatului de etanșare 100.

**[0030]** Aparatul de etanșare 100 poate include, de asemenea, un element de încapsulare 120. În timp ce FIG. 1 și 2 ilustrează un element de încapsulare 120, în cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare 100 poate să nu includă un element de încapsulare 120.

**[0031]** Elementul de încapsulare 120 cuprinde cel puțin o parte din metalul dilatabil 110. În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 poate cuprinde doar o porțiune din metalul dilatabil 110. În alte exemple, elementul de încapsulare 120 poate cuprinde în mod substanțial metalul dilatabil 110 în întregime. Elementul de încapsulare 120 este utilizat pentru a permite fluidului să circule prin elementul de încapsulare 120. De exemplu, elementul de încapsulare 120 poate permite trecerea soluției saline prin elementul de încapsulare 120, ceea ce va determina hidrolizarea metalului dilatabil 110 și trecerea la configurația extinsă 2000. În mod corespunzător, metalul dilatabil 110 poate extinde elementul de încapsulare 120 și/sau poate apăsa elementul de încapsulare 120 față de a cel puțin o suprafață 22 a canalului de fluid 2 și poate forma o etanșare în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20. Metalul dilatabil 110 poate fi sensibil la acid, în condițiile în care acidul poate împiedica metalul dilatabil să formeze un solid după hidrolizare. De exemplu, acidul poate circula într-un puț de foraj în timpul curățării puțului de foraj. Elementul de încapsulare 120 poate fi utilizat pentru a proteja metalul dilatabil 110 de acid. În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 poate separa cel puțin parțial acidul și metalul dilatabil 110. În alte exemple, elementul de încapsulare 120 poate conține un decapant care neutralizează acidul în regiunea din apropierea metalului dilatabil 110.

**[0032]** Metalul dilatabil 110, împreună cu elementul de încapsulare 120, poate fi utilizat pentru a realiza o etanșare, de exemplu un pachet de la partea exterioară a unei tubulaturi de câmp petrolifer sau un obturator punte de la interiorul unei tubulaturi de câmp petrolifer. În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 se poate rupe atunci când metalul dilatabil 110 trece la configurația extinsă 2000. Ca atare, după trecerea la configurația extinsă 2000, metalul dilatabil 110 poate interacționa direct cu suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20. În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 poate fi poros, astfel încât fluidele sau gazele pot trece prin elementul de încapsulare 120. De exemplu, elementul de încapsulare 120 poate include cel puțin unul dintre cauciuc dilatabil, neopren, un material din policarbonat, poliuretan și politetrafluoroetilenă. Elementul de încapsulare 120 poate fi poros, având o multitudine de găuri în elementul de încapsulare 120. În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 poate fi poros pentru migrarea gazelor. Elementul de încapsulare 120 poate fi un filtru de membrană astfel încât să permită doar migrarea apei.



**[0033]** În cel puțin un exemplu, elementul de încapsulare 120 poate înconjura metalul dilatabil 110 prin aceea că este înfășurat în jurul metalului dilatabil 110, turnat în jurul metalului dilatabil 110, depus pe metalul dilatabil, cum ar fi depunerea chimică prin vapori, sau orice altă metodă adecvată pentru a înconjura metalul dilatabil 110 cel puțin parțial de către elementul de încapsulare 120.

**[0034]** În cel puțin un exemplu, cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare 120 este elastică și extensibilă, astfel încât metalul dilatabil 110 se poate extinde într-o direcție dorită. De exemplu, elementul de încapsulare poate fi rigid pe direcția axială, dar elastic în direcția radială. Cu o astfel de configurație, expansiunea metalului dilatabil 110 poate fi ghidată pe direcția radială, în timp ce rezistența la forfecare este asigurată în direcția axială.

**[0035]** Elementul de încapsulare 120 care poate cuprinde metalul dilatabil 110 este sub formă de particule 112, așa cum este ilustrat în FIG. 3. Metalul dilatabil 110 încapsulat poate fi adaptabil înainte de trecerea la configurația extinsă 2000, similar cu un sac de fasole. Forma metalului dilatabil 110 încapsulat poate fi blocată pe poziție după trecerea la configurația extinsă 2000. Ca atare, particulele 112 din metalul dilatabil 110 aflat în elementul de încapsulare 120 pot fi utilizate într-un mod similar unui pachet de compresie remanentă.

**[0036]** Aparatul de etanșare 100, așa cum este ilustrat în FIG. 1, se află într-o stare inițială 1000 astfel încât metalul dilatabil 110 nu s-a extins în volum. Ca atare, există un gol în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20 între cel puțin o suprafață a aparatului de etanșare 100 și cel puțin o suprafață 22 a canalului de fluid 20. Lichidul poate curge prin golul din spațiul inelar 24. La trecerea la configurația extinsă 2000 în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20, metalul dilatabil 110 este utilizat pentru a forma o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid prin metalul dilatabil 110 în spațiul inelar 24 este în mod substanțial restricționată. Atunci când generează o etanșare față de suprafețele 22 ale canalului de fluid 20, aparatul de etanșare 100 creează o presiune de etanșare. O presiune de etanșare este presiunea la care etanșarea poate rezista înainte de ruperea acesteia, de exemplu atunci când aparatul de etanșare 100 ar începe să se deplaseze în canalul de fluid 20.

**[0037]** Cu referire la FIG. 4, este prezentată o diagramă de flux în conformitate cu un exemplu de realizare. Metoda 400 este furnizată cu titlu de exemplu, deoarece există o varietate de moduri pentru a pune în practică metoda. Metoda 400 descrisă

mai jos poate fi realizată utilizând configurațiile ilustrate în FIG. 4, de exemplu, și diferite elemente ale acestor figuri sunt menționate la explicarea metodei exemplificative 400. Fiecare bloc prezentat în FIG. 4 reprezintă unul sau mai multe procedee, metode sau subrutine, puse în practică în metoda exemplificativă 400. Mai mult, ordinea prezentată a blocurilor este doar ilustrativă și ordinea blocurilor se poate schimba în conformitate cu prezenta dezvăluire. Se pot adăuga blocuri suplimentare sau pot fi utilizate mai puține blocuri, fără a se abate de la această invenție. Metoda exemplificativă 400 poate începe de la blocul 402.

**[0038]** La blocul 402 este prevăzut un dispozitiv de etanșare într-un spațiu inelar al unui canal fluid. Aparatul de etanșare include un metal dilatabil care poate trece la o configurație extinsă cu un volum mărit, atunci când este expus la un fluid și este hidrolizat. Aparatul de etanșare mai poate include un element de încapsulare. În alte exemple, aparatul de etanșare nu include un element de încapsulare. Elementul de încapsulare înglobează cel puțin o porțiune din metalul dilatabil și este utilizat pentru a permite circulația fluidului prin elementul de încapsulare. De exemplu, elementul de încapsulare poate avea pori astfel încât fluidul să poată curge prin pori către metalul dilatabil. Elementul de încapsulare poate proteja, de asemenea, metalul dilatabil de un acid prezent în canalul de fluid. Cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare poate fi elastică, astfel încât metalul dilatabil să se extindă într-o direcție dorită. Metalul dilatabil poate fi un inel solid de metal. În alte exemple, metalul dilatabil poate fi sub formă de particule. Când este sub formă de particule și este înconjurat de un element de încapsulare, aparatul de etanșare poate fi adaptabil unei forme dorite în interiorul canalului de fluid.

**[0039]** La blocul 404, metalul dilatabil este expus la un fluid, iar metalul dilatabil poate trece de la o configurație inițială la o configurație extinsă în care are un volum crescut. Fluidul, atunci când reacționează cu metalul dilatabil, hidrolizează metalul dilatabil. Fluidul poate fi, de exemplu, soluție salină. Apa din soluția salină poate reacționa cu metalul dilatabil, astfel încât metalul dilatabil hidrolizează formând un hidroxid de metal și/sau la un oxid de metal. Atunci când metalul dilatabil hidrolizează într-un hidroxid de metal și/sau un oxid de metal, volumul reactivilor este mai mare decât materialul inițial. Ca atare, volumul metalului dilatabil crește atunci când se află în configurația extinsă.

**[0040]** La blocul 406, o etanșare este formată de metalul dilatabil aflat în configurația extinsă față de o suprafață a spațiului inelar. Etanșarea poate fi formată

din metalul dilatabil direct față de suprafața spațiului inelar. În alte exemple, etanșarea poate fi formată de elementul de încapsulare care se învecinează cu suprafața spațiului inelar. Etanșarea formată de aparatul de etanșare împiedică comunicația de fluid prin aparatul de etanșare în interiorul canalului de fluid. Ca atare, aparatul de etanșare izolează niște secțiuni ale canalului de fluid față de fluide. Dacă etanșarea nu împiedică în mod adecvat comunicația de fluid prin aparatul de etanșare, se procedează la deshidratarea suplimentară a metalului dilatabil pentru a extinde și mai mult metalul dilatabil. În cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare poate forma o etanșare temporară, astfel încât aparatul de etanșare să poată fi îndepărtat la un moment dorit. În alte exemple, aparatul de etanșare poate forma o etanșare permanentă, astfel încât etanșarea să nu fie îndepărtată.

### Exemple

**[0041]** Pentru a facilita o mai bună înțelegere a prezentei invenții, sunt prezentate următoarele exemple ale unor anumite variante de realizare. Următoarele exemple nu trebuie interpretate în niciun caz ca limitând sau definind obiectul invenției.

**[0042]** O demonstrație exemplificativă a unui aparat de etanșare 100 cu un metal dilatabil 110 este ilustrată în FIG. 5A și 5B. Două tije lungi de 1 inch din metal dilatabil 110 au fost plasate într-un spațiu inelar 24 al unei tubulaturi sau al unui canal de fluid 20. Tijele metalice dilatabile 110 au avut un diametru de 0,5 inch, iar diametrul intern al tubulaturii 20 a fost de 0,625 inch. Tubulatura a constat într-un niplu de oțel. În cadrul demonstrației exemplificative, aparatul de etanșare 100 nu a inclus un element de încapsulare.

**[0043]** Tijele metalice dilatabile 110 au fost expuse la o soluție de 20% KCl la 200°F. Tijele metalice dilatabile 110 au trecut apoi la o configurație extinsă și au închis golul inelar din tubulatura 20, creând o etanșare. După ce tijele metalice dilatabile 110 s-au extins, aparatul de etanșare 100 a rezistat unei presiuni de 300psi fără a se permite pierderi de fluid timp de câteva minute. S-a aplicat o presiune de peste 600 psi pentru a rupe etanșarea, astfel încât tijele metalice dilatabile 110 să înceapă să se deplaseze în tubulatura 20. După ce tijele metalice dilatabile 110 au început să se miște, o presiune de aproximativ 200 psi a fost suficientă pentru a menține această mișcare. Prin urmare, fără niciun suport extern, metalul dilatabil 110 a rezista unei presiuni de 300 psi.

**[0044]** Numeroase exemple sunt furnizate aici pentru a îmbunătăți înțelegerea prezentei dezvoltării. Un set specific de enunțuri este prezentat după cum urmează.

**[0045]** Enunțul 1: Este dezvoltat un dispozitiv de etanșare care cuprinde: un metal dilatabil, atunci când este expus la un fluid, metalul dilatabil putând trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă dintr-un spațiu inelar al unui canal de fluid, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.

**[0046]** Enunțul 2: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu Enunțul 1, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre un metal alcalino - pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție.

**[0047]** Enunțul 3: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu Enunțurile 1 sau 2, în care, la trecerea la configurația extinsă, volumul metalului dilatabil crește cu mai mult de 30% atunci când nu este reținut de canalul de fluid.

**[0048]** Enunțul 4: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat conform Enunțului 3, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre magneziu, aluminiu și calciu.

**[0049]** Enunțul 5: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat conform Enunțului 4, în care metalul dilatabil include un dopant care promovează coroziunea și în care dopantul include cel puțin unul dintre nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu și bismut.

**[0050]** Enunțul 6: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile precedente 1-5, în care metalul dilatabil este o piesă solidă de metal.

**[0051]** Enunțul 7: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile precedente 1-6, în care metalul dilatabil este prevăzut sub formă de particule.

**[0052]** Enunțul 8: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu Enunțul 7, în care metalul dilatabil este conținut într-un liant, în care liantul cuprinde cel puțin unul dintre un liant degradabil sau un elastomer dilatabil.

**[0053]** Enunțul 9: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile 1-8 precedente, cuprinzând în plus un element de încapsulare care înconjoară cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.

**[0054]** Enunțul 10: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu Enunțul 9, în care elementul de încapsulare este poros pentru a permite fluidului să curgă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid.

**[0055]** Enunțul 11: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu Enunțurile 9 sau 10, în care elementul de încapsulare este configurat să se rupă atunci când metalul dilatabil trece la configurația extinsă.

**[0056]** Enunțul 12: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile anterioare 9-11, în care elementul de încapsulare este poros, în care elementul de încapsulare include cel puțin unul dintre cauciuc dilatabil, neopren, un material din policarbonat sau un politetrafluoroetilenă.

**[0057]** Enunțul 13: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile anterioare 9-12, în care elementul de încapsulare înconjoară metalul dilatabil prin cel puțin una dintre înfășurare în jurul metalului dilatabil, turnare în jurul metalului dilatabil sau depunere pe metalul dilatabil.

**[0058]** Enunțul 14: Un dispozitiv de etanșare este dezvoltat în conformitate cu oricare dintre Enunțurile anterioare 9-13, în care cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare este elastică, astfel încât metalul dilatabil se extinde într-o direcție dorită.

**[0059]** Enunțul 15: Este dezvoltată o metodă care cuprinde: furnizarea unui aparat de etanșare așa cum este prezentat în oricare dintre Enunțurile 1-14 precedente într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, aparatul de etanșare incluzând un metal dilatabil; expunerea metalului dilatabil la un fluid astfel încât metalul dilatabil trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit; și formarea unei etanșări de către metalul dilatabil aflat în configurația extinsă, față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.

**[0060]** Enunțul 16: O metodă este dezvoltată în conformitate cu Enunțul 15, în care aparatul de etanșare include în plus un element de încapsulare care înglobează cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.

**[0061]** Enunțul 17: O metodă este dezvoltată conform Enunțurilor 15 sau 16, în care cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare este elastică, astfel încât metalul dilatabil se extinde într-o direcție dorită.

**[0062]** Enunțul 18: Este dezvăluit un sistem care cuprinde: un canal de fluid cu un spațiu inelar; și un aparat de etanșare descris în oricare dintre Enunțurile 1-14 precedente, incluzând: un metal dilatabil, metalul dilatabil, atunci când este expus la un fluid, trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.

**[0063]** Enunțul 19: Un sistem este dezvăluit conform Enunțului 18, în care aparatul de etanșare include în plus un element de încapsulare care înglobează cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.

**[0064]** Enunțul 20: Un sistem este dezvăluit conform Enunțului 18 sau 19, în care elementul de încapsulare este poros, pentru a permite fluidului să treacă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid.

Dezvăluirile prezentate și descrise mai sus sunt doar exemple. Chiar dacă numeroase caracteristici și avantaje ale tehnologiei prezente au fost expuse în descrierea de mai sus, împreună cu detalii despre structura și funcția prezentei invenții, dezvăluirea este doar ilustrativă, iar modificările pot fi aduse în ceea ce privește detaliile, în special în aspecte legate de formă, dimensiune și dispunere a pieselor în cadrul principiilor prezentei dezvăluiri, în măsura indicată de sensul general cuprinzător al termenilor folosiți în revendicările atașate. Prin urmare, se va aprecia că exemplele descrise mai sus pot fi modificate în cadrul protecției conferite de revendicările anexate.

**REVEDICĂRI**

Ceea ce se revendică este:

1. Aparat de etanșare care cuprinde:  
un metal dilatabil, atunci când este expus la un fluid, metalul dilatabil putând trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit,  
în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil în spațiul inelar este restricționată cel puțin parțial.
2. Aparat de etanșare conform revendicării 1, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre un metal alcalino - pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție.
3. Aparat de etanșare conform revendicării 1, în care, la trecerea la configurația extinsă, volumul metalului dilatabil crește cu mai mult de 30% atunci când este nerestricționat de canalul de fluid.
4. Aparat de etanșare conform revendicării 3, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre magneziu, aluminiu și calciu.
5. Aparat de etanșare conform revendicării 4, în care metalul dilatabil include un dopant care promovează coroziunea și în care dopantul include cel puțin unul dintre nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu și bismut.
6. Aparat de etanșare conform revendicării 1, în care metalul dilatabil este o piesă solidă de metal.
7. Aparat de etanșare conform revendicării 1, în care metalul dilatabil este sub formă de particule.

8. Aparat de etanșare conform revendicării 7, în care metalul dilatabil este conținut într-un liant, în care liantul cuprinde cel puțin unul dintre un liant degradabil sau un elastomer dilatabil.
9. Aparat de etanșare conform revendicării 1, care cuprinde în plus un element de încapsulare care cuprinde cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.
10. Aparat de etanșare conform revendicării 9, în care elementul de încapsulare este poros, pentru a permite fluidului să curgă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid.
11. Aparat de etanșare conform revendicării 9, în care elementul de încapsulare este configurat să se rupă atunci când metalul dilatabil trece la configurația extinsă.
12. Aparat de etanșare conform revendicării 9, în care elementul de încapsulare este poros, în care elementul de încapsulare include cel puțin unul dintre cauciuc dilatabil, neopren, un material din policarbonat sau o politetrafluoroetilenă.
13. Aparat de etanșare conform revendicării 9, în care elementul de încapsulare înconjoară metalul dilatabil prin cel puțin una dintre procedurile: înfășurare în jurul metalului dilatabil, turnare în jurul metalului dilatabil sau depozitare pe metalul dilatabil.
14. Aparat de etanșare conform revendicării 9, în care cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare este elastică, astfel încât metalul dilatabil să se extindă într-o direcție dorită.
15. Metodă care cuprinde:
  - furnizarea unui aparat de etanșare într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, aparatul de etanșare incluzând un metal dilatabil;
  - expunerea metalului dilatabil la un fluid astfel încât metalul dilatabil trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit; și



formarea unei etanșări, de către metalul dilatabil în configurația extinsă, față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.

16. Metodă conform revendicării 15, în care aparatul de etanșare mai cuprinde un element de încapsulare care înconjoară cel puțin o porțiune a metalului dilatabil.

17. Metodă conform revendicării 15, în care cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare este elastică, astfel încât metalul dilatabil să se extindă într-o direcție dorită.

18. Sistem care cuprinde:

un canal de fluid cu un spațiu inelar; și

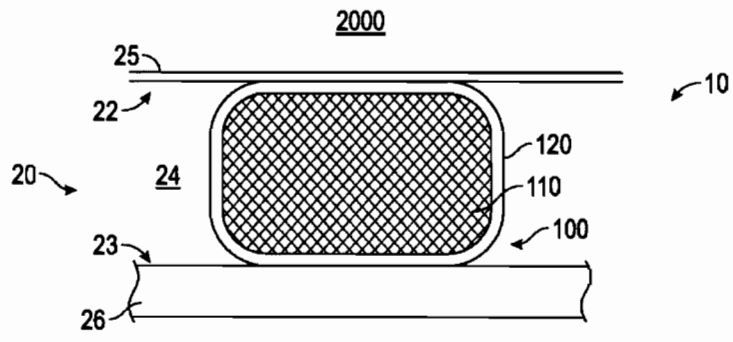
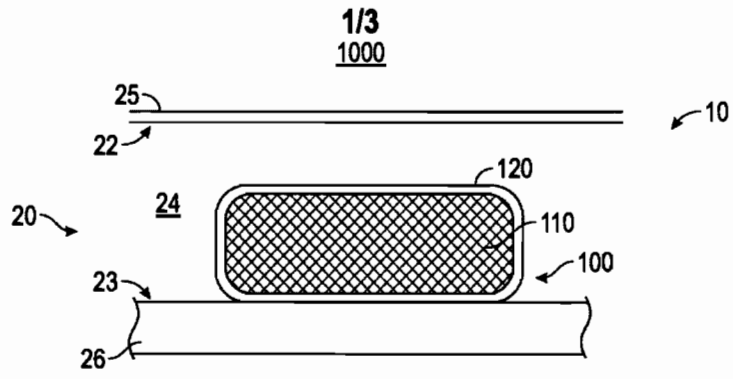
un aparat de etanșare care include:

un metal dilatabil, metal dilatabil care atunci când este expus unui fluid, trece dintr-o configurație inițială în care are un volum inițial, într-o configurație extinsă în care are un volum mărit,

în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este restricționată cel puțin parțial.

19. Sistem conform revendicării 18, în care aparatul de etanșare mai include un element de încapsulare care înconjoară cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.

20. Sistem conform revendicării 18, în care elementul de încapsulare este poros, pentru a permite fluidului să curgă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid.



2/3

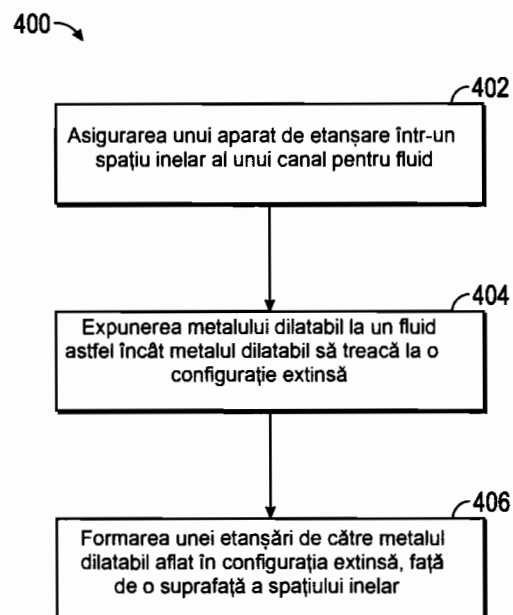


FIG. 4

3/3

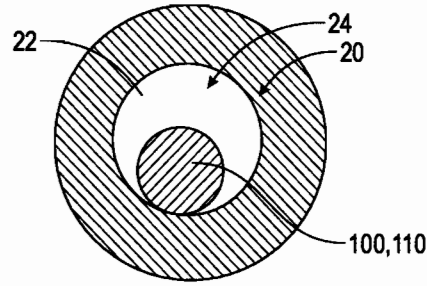


FIG. 5A

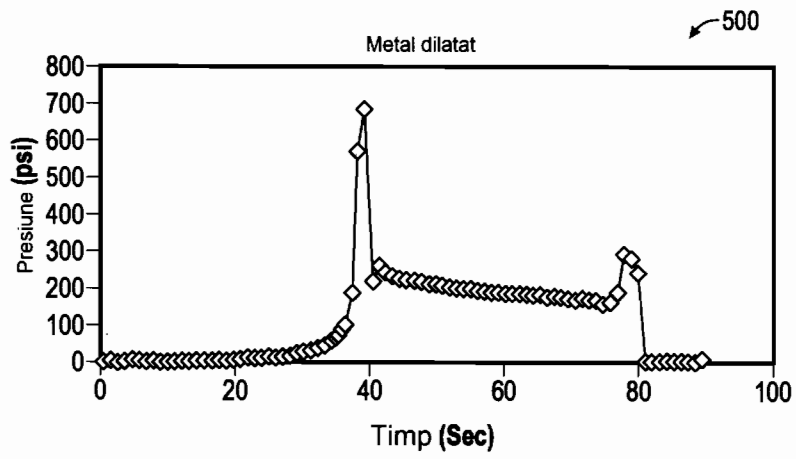


FIG. 5B